



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 01 320 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 41/04**  
B 60 K 41/20  
B 60 K 26/04  
B 60 T 8/32  
B 60 K 28/16  
B 60 K 31/00  
// B60R 16/02

②① Aktenzeichen: 197 01 320.1  
②② Anmeldetag: 16. 1. 97  
④③ Offenlegungstag: 24. 7. 97

DE 197 01 320 A 1

③③ Unionspriorität:

100/96 22.01.96 AT

⑦① Anmelder

Auto Polly Ges.m.b.H., Neunkirchen, AT

⑦④ Vertreter:

Busse & Busse Patentanwälte, 49084 Osnabrück

⑦② Erfinder:

Polly, Johann, Dipl.-Ing., Neunkirchen, AT

⑤④ Verfahren zur Steuerung eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges

⑤⑦ Beschrieben wird ein Verfahren zur Verbesserung der Steuerung eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges mit einem Verbrennungsmotor, mit einem stufenlosen Getriebe, und mit einem Fahrpedal, dem ein Sollwertgeber zugeordnet ist, mit dem Fahrpedalbewegungsabläufe überwacht und in einem Rechner, dem ein Speicher zugeordnet ist, analysiert werden, wobei den jeweiligen Fahrpedalstellungen mit Hilfe des Rechners unmittelbar Motorleistungen zugeordnet werden und das Drehmoment sofort sowie innerhalb des möglichen Verstellbereiches die Übersetzung des stufenlosen Getriebes in Entsprechung hierzu gesteuert wird, wobei gegebenenfalls die Verstellgeschwindigkeit abhängig von Parametern, z. B. einem Fahrweiseparameter, eingestellt wird.

DE 197 01 320 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges mit einem Verbrennungsmotor, mit einem stufenlosen Getriebe und einem Fahrpedal, dem ein Sollwertgeber zugeordnet ist, wobei Fahrpedalbewegungsabläufe mit dem Sollwertgeber überwacht und in einem Rechner, dem ein Speicher zugeordnet ist, analysiert werden, wodurch eine fahrer- und situationsbezogene Adaption des Fahrprogramms erfolgt. Ein solches Verfahren ist z. B. aus ATZ 1994, Heft 6, Seite 381 und ATZ 1994, Heft 10, Seite 584 bekannt.

Verbrennungskraftmaschinen stellen ihre Maximalleistung nur bei hohen Motordrehzahlen in einem schmalen Drehzahlband zur Verfügung. Den optimalen Wirkungsgrad erreichen sie dagegen bei mittleren Drehzahlen mit hohem Drehmoment. Ein stufenloses Getriebe mit großem Übersetzungsbereich ist daher optimal, um bei allen Fahrgeschwindigkeiten hohe Motorleistungen für die beste Fahrleistung am Berg und bei Beschleunigungsvorgängen bereitzustellen, und im wichtigen Teillastbereich bei Konstantfahrt im häufigsten Geschwindigkeitsbereich zwischen 100 und 150 km/h den optimalen Motorwirkungsgrad zu sichern.

Bei den Kleinwagen, die derzeit mit stufenlosen CVT-Getrieben in einigen Automobilwerken in sehr bescheidenen Stückzahlen vom Band rollen, wird jedoch der Gewinn an Motorwirkungsgrad gegenüber Handschaltgetrieben durch Wirkungsgradeinbuße im Getriebe überkompensiert. Die Beschleunigungszeit ist länger, die Höchstgeschwindigkeit kleiner und der Verbrauch höher als bei Wagen mit Handschaltgetrieben.

Bei einer CVT-Version der 2. Generation wird jetzt der Getriebewirkungsgrad, beispielsweise durch Verwendung einer Radialkolbenpumpe mit saugseitiger Drosselung und einer lastabhängigen Steuerung der Anpreßkraft der Variatorscheiben, verbessert. Durch Verwendung eines hydrodynamischen Wandlers mit schlupfgesteuerter Überbrückungskupplung wird das maximale Moment um den Faktor 2 angehoben. Durch die größere Spreizung wird ein großer verbrauchsoptimaler Overdrivebereich möglich. Auch die Realisierung einer dritten CVT-Generation mit einer speziellen, als "geared-neutral" bezeichneten, Anordnung mit Leistungsverzweigung ist nun dank der elektronischen Steuerungsmöglichkeiten denkbar.

Mit einem großen Overdrivebereich, beispielsweise ca. 60 bis 70 km/h bei 1000 U/min, können die Dieselmotoren im Teillastgebiet, mit niederen bis mittleren Drehzahlen, bei Konstantfahrt im häufigsten Geschwindigkeitsbereich, zwischen 100 und 150 km/h, weitgehend im Verbrauchsbestbereich laufen.

Die für besondere Situationen notwendige und vom Fahrer gewünschte spontane Leistungsentfaltung, ist jedoch nur aus — verbrauchsungünstigen — Teillastbereichen im höheren Drehzahlbereich möglich. Dies ist der Zielkonflikt bei der Steuerung der CVT-Getriebe.

Bisher werden mit einer adaptiven Kennlinienänderung verschiedene Fahrprogramme, vgl. z. B. W089/03319 (bzw. US-5 113 721 A) und ATZ 1994, Heft 6 Seite 381, je nach Fahrsituation und persönlichem Fahrstil, bei ähnlichen Gaspedalstellungen unterschiedliche Getriebeübersetzungen ermöglicht. Durch eine fahrer- und situationsbezogene Adaption wird durch den Rechner jeweils ein entsprechendes Fahrprogramm aufgerufen, um entweder mehr der vom Fahrer ge-

wünschten und der Verkehrssituation entsprechenden spontanen Leistungssteigerungsmöglichkeit, oder der verbrauchsoptimierten Betriebspunktanpassung zu genügen.

Sich ändernde Verkehrssituationen und Fahrerwünsche sind jedoch für den Rechner nicht vorhersehbar. Eine Fahrprogrammwahl, die optimal entspricht, ist daher nicht möglich. Bisher muß meist auf die optimale Verbrauchsminimierung verzichtet werden, um eine verzögerte Leistungssteigerung zu verhindern. Die bisher üblichen Kompromisse kosten Treibstoff. Überdies erzeugt ein ständiger Wechsel der Fahrprogramme beim Fahrer ein unsicheres Gefühl für das Getriebeverhalten.

Es ist nun Ziel der Erfindung, den Steuerungsalgorithmus für den Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, insbesondere mit stufenlosem Getriebe wie eingangs angegeben, dahingehend zu verbessern, daß auch bei einer weitgehend verbrauchsoptimalen Steuerung des Motors im Bestbereich des Motorkennfeldes, beispielsweise die beim Kolonnenfahren immer wieder notwendigen kleineren Leistungsänderungen, sofort, noch vor bzw. bereits während der Drehzahländerung, durch vorübergehendes maximales Anheben oder Absenken des Motordrehmomentes durch den Rechner ermöglicht wird. Weiters soll, wenn größere Leistungssteigerungen vorhersehbar sind, der Fahrer das Drehzahlniveau durch Vorausantippen des Fahrpedals, bereits vor einem Leistungssprung, entsprechend anheben können. Die heute üblichen, adaptiven Verschiebungen der Betriebskennlinie nach persönlichem Fahrstil, zu den für spontane Leistungsentfaltung notwendigen höheren, aber verbrauchsungünstigen Drehzahlen über längere Zeiträume sollen dadurch weitgehend vermieden oder zumindest ganz wesentlich reduziert werden. Damit kann eine deutliche Treibstoffeinsparung erzielt werden.

Dieses Ziel wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen erreicht; vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Bei dem erfindungsgemäßen Steuerungsalgorithmus ist neu, daß mit dem Fahrpedalweg progressiv ansteigend, bis zur Höchstleistung, die Motorleistung bestimmt wird. Im Stationärfall bei Konstantfahrt steuert der Rechner, sobald eine minimale Fahrpedalstellung und Fahrgeschwindigkeit überschritten ist und die Antriebsschlupf-Einrichtung nicht eingreift, das Motordrehmoment auf das, im Motorkennfeld bei der jeweiligen Motordrehzahl, verbrauchsoptimale Drehmoment. Die Getriebeübersetzung wird vom Rechner für die jeweilige Fahrgeschwindigkeit so bestimmt, daß zusammen mit dem verbrauchsoptimalen Drehmoment die mit der Fahrpedalsteilung bestimmte Motorleistung erreicht wird.

Bei einer positiven Fahrpedalbewegung zur Leistungssteigerung, beispielsweise zur Auslösung eines Beschleunigungsvorganges, wird bereits während der Übersetzungsänderung, sofort das Motordrehmoment vom Rechner, wenn notwendig bis auf das maximal mögliche angehoben. Damit soll die Motorleistung schnell, bereits während der Übersetzungsänderung, der mit der Fahrpedalstellung bestimmten höheren Leistung nach der Übersetzungsänderung, mit der dann höheren Drehzahl und dem dann wieder verbrauchsoptimalen Motordrehmoment, entsprechen.

Bei einer negativen Fahrpedalbewegung zur Leistungsabsenkung wird während der Übersetzungsänderung das Motordrehmoment vom Rechner so reduziert,

daß die Motorleistung sofort auf die, der neuen Fahrpedalstellung entsprechende kleinere Leistung, mit der dann später kleineren Drehzahl und dem wieder verbrauchsoptimalen Drehmoment, abgesenkt ist.

Durch kurzes Antippen des Fahrpedals kann der Fahrer die Motordrehzahl vorausschauend auf ein von ihm gewünschtes, höheres Drehzahlniveau anheben. Beim späteren Gasgeben steht dann für einen Beschleunigungsvorgang sofort ein hohes Leistungsniveau zur Verfügung. Eine solche ganz kurze Druckerhöhung auf das Fahrpedal (Antippen) interpretiert der Rechner als Rückschaltbefehl, senkt aber dabei das Motordrehmoment gleichzeitig soweit ab, daß die Motorleistung vorläufig unverändert bleibt.

Die Höhe der Drehzahlanhebung kann beispielsweise durch den beim Antippen des Fahrpedals erreichten Umkehrpunkt der Fahrpedalbewegung bestimmt werden. Der Fahrer kann sich dabei an der Hemmschwelle orientieren.

In Sonderfällen, beispielsweise für einen Überholvorgang aus niedriger Geschwindigkeit bei starkem Gegenverkehr, ist so nach dem Antippen ein spontaner Beschleunigungseinsatz jederzeit verfügbar. Der Zeitverlust beim Zurückschalten um zwei Gänge wird auch bei den bisherigen Automatikgetrieben wiederholt beanstandet. Auch der Fahrer eines Wagens mit Handschaltgetriebe schaltet vorzeitig zurück, sobald er glaubt, in Kürze einen Überholvorgang einleiten zu können. Die Möglichkeit des leichten Antippens des Fahrpedals zur Drehzahlerhöhung bei einem Fahrzeug mit CVT-Getriebe ist daher sicher sinnvoll und nicht nur psychologisch von Bedeutung.

Ein optisches, akustisches, vorzugsweise aber ein taktils Signal am Fahrpedal, wie beispielsweise ein Vibrieren des Pedals, erinnert den Fahrer bei einer länger andauernden, nicht notwendigen Drehzahlanhebung, daß der Motor gegenwärtig mit einem ungünstigen Wirkungsgrad läuft. Das taktils Signal wird unterdrückt, wenn bereits die längste Getriebeübersetzung erreicht ist, oder wenn der Rechner aus einem Vergleich mit vorgegebenen Parametern einen besonderen Fahrzustand, beispielsweise eine Bergfahrt mit stark wechselndem Leistungsbedarf, erkennt.

Lange Drehzahlanhebungen mit überhöhtem Verbrauch werden so verhindert. Während eventuell ein optisches Signal überhöhte Drehzahlen immer anzeigt, wird durch neuerliches Antippen die Drehzahlanhebung aktualisiert und das taktils Signal dadurch für eine weitere Zeitspanne unterdrückt. Mit einer Fahrpedalbewegung bzw. Leistungsanforderung, bei der die vorgewählte Drehzahl annähernd erreicht oder überschritten wird, oder durch eine Nullgasstellung wird die Drehzahlanhebung aufgehoben. Die Drehzahlabsenkung kann auch, wie es Stand der Technik ist, abhängig von Parametern, z. B. bei kurvenreicher Bergfahrt, verzögert werden. Die Motorleistung entspricht jedoch immer der neuen Fahrpedalstellung.

Das taktils Signal wird nur bei einer länger andauernden Drehzahlanhebung aktiviert, und daher relativ selten fühlbar werden. Da es überdies jederzeit durch eine subbewußte Fahrpedalbewegung sofort eliminiert werden kann, wird es kaum als unangenehme Belästigung, sondern eben als intelligente Absicherung gegen unnötigen Kraftstoffverbrauch empfunden werden.

Weiter ist die Motordrehzahl des Bestpunktes im Verbrauchskennfeld des Motors durch eine Hemmschwelle am Fahrpedalweg für den Fahrer gekennzeichnet. Im Nahbereich dieser Fahrpedalstellung läuft der

Motor im absolut optimalen Bestbereich des Motorkennfeldes. Dieser Bereich im Motorkennfeld sollte daher, für Beschleunigungsvorgänge im Stadtverkehr und bei Konstantfahrt auf der Autobahn, vorzugsweise verwendet werden. Die Fahrer werden sich ja aus Eigeninteresse meist annähernd an die, durch die Fahrpedalhemmschwelle empfohlene, Fahrpedalstellung halten.

Wenn eine minimale Fahrzeuggeschwindigkeit überschritten ist, erfolgt bei einer Fahrpedal-Nullstellung vom Rechner eine Schubabschaltung. Die Getriebeübersetzung wird gleichzeitig vom Rechner so gesteuert, daß der Motor nur mit kleinstmöglicher Drehzahl läuft. So werden die Verluste durch das Schleppmoment beim Rollen in einem weiten Geschwindigkeitsbereich minimiert. Dies gibt dem Fahrer die Möglichkeit, ab einer Mindestgeschwindigkeit im Stadtverkehr und auf kurvenreichen Landstraßen, der jeweiligen Verkehrssituation entsprechend, durch intermittierendes Beschleunigen (Impulsfahren), ähnlich wie mit der Schwungnutzautomatik, Treibstoff zu sparen.

Auch eine Automatisierung dieses Impulsfahrens ist möglich. Durch eine technische Verfeinerung kann der Tempomat bei kleineren Geschwindigkeiten den Antrieb so verbrauchsoptimal intermittierend zu- und abschalten, daß die vorgegebene Geschwindigkeit nur um einen bestimmten Wert über- oder unterschritten wird. Für die Verbrauchsminimierung wichtiger bleibt aber weiterhin der Eingriff des Fahrers. Nur der Fahrer kann, weit intelligenter als der Rechner, bereits weit vor einem Hindernis den Antrieb durch Nullgas ausschalten.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung beispielhaft noch weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Beispiel für eine im Rechner-Speicher gespeicherte Kennlinie, Drehzahl bzw. Motorleistung über dem Fahrpedalweg;

Fig. 2 ein Beispiel eines — ebenfalls im Speicher abgespeicherten — Motorkennfeldes, das den Zusammenhang zwischen Leistung (bzw. Motordrehmoment) und Drehzahl, unter Angabe einer Arbeitslinie für den minimalen spezifischen Verbrauch, veranschaulicht; und

die Fig. 3 bis 6 in Diagrammen verschiedene Fahrzeugbeschleunigungs-Beispiele bei Anwendung der erfindungsgemäßen Technik.

In Fig. 1 zeigt die Linie 1 die progressiv ansteigende Zuordnung der Motorleistung in kW über den Fahrpedalweg S (in Prozent). Mit dem Fahrpedalweg wird nicht wie bisher das Drehmoment, sondern unmittelbar die Motorleistung gesteuert. Für die Drehzahl (U/min) mit optimalem Verbrauch ergibt sich ein ähnlich ansteigender Verlauf über den Fahrpedalweg. Der Rechner ermittelt aus dem, mit dem Fahrpedalweg vorgebenen Leistungswunsch des Fahrers die für die jeweilige Fahrzeuggeschwindigkeit notwendige Getriebeübersetzung. Um eine schnelle Leistungsentfaltung zu ermöglichen, genügt es nur in Sonderfällen, und dann deutlich weniger als bisher, beispielsweise bei einer Fahrpedalrücknahme während einer kurvenreichen Bergfahrt, die Motordrehzahl über den verbrauchsoptimalen Bereich anzuheben. Durch die erfindungsgemäße sofortige Steigerung auf das maximal Drehmoment: ist für kleine Fahrpedalbewegungen auch aus verbrauchsoptimalen Drehzahlen die Leistungsentfaltung gewährleistet. Bei vorausehbaren großen Leistungssprüngen kann der Fahrer durch Antippen des Fahrpedals kurz vor der gewünschten Leistungssteigerung die Drehzahl entsprechend anheben. Der Motor kann dadurch über weite Zeiträume mit optimalem Wirkungsgrad arbeiten. Die

strichpunktiierte Linie 2 zeigt eine mögliche Lage der Hemmschwelle am Fahrpedalweg, die strichlierte Linie 3 beispielsweise einen möglichen Verlauf des Anstieges der Pedalkraft P.

Fig. 2 zeigt im Motorkennfeld die adaptive Betriebskennlinie strichliert weitgehend im verbrauchsoptimalen Bereich. Erst durch die erfindungsgemäße maximale Anhebung des Drehmomentes bereits bei kleinen Fahrpedalbewegungen ist aus diesem Kennfeldbereich eine unmittelbare Leistungsentfaltung möglich. Damit wird beispielsweise für die laufenden Geschwindigkeitskorrekturen beim Kolonnenfahren eine spontane Leistungsanpassung möglich. Ohne die erfindungsgemäße extreme Drehmomentsteigerung müßte die adaptive Betriebskennlinie wesentlich tiefer, im Bereich mit höherem spezifischen Verbrauch verlaufen.

Erfindungsgemäß steigert der Rechner bei der Fahrpedalbewegung das Motordrehmoment vom Ausgangspunkt A sofort zum maximal möglichen Drehmoment. Gleichzeitig wird vom Rechner die Übersetzung des Getriebes erhöht. Bereits beim Punkt B ist die der neuen Fahrpedalstellung entsprechende Leistung erreicht, das Motordrehmoment wird jetzt kontinuierlich reduziert, während bei gleichbleibender Motorleistung die Drehzahl noch weiter entlang der Leistungshyperbel bis zum Punkt C der adaptiven Betriebskennlinie ansteigt.

Bei einer kurvenreichen Bergfahrt liegt die adaptive Betriebskennlinie nach einer Fahrpedalrücknahme tiefer. Bei einer Fahrpedalbetätigung steigert der Rechner das Drehmoment sofort von E nach F. In F ist die Motorleistung sofort noch vor einer Änderung der Übersetzung um 33% größer. Entlang der Leistungshyperbel nach G wird anschließend nur noch bei gleichbleibender Leistung die Drehzahl angehoben. Der Leistungsanstieg von E nach F ist ebenso spontan wie bei einem Stufengetriebe.

In den Fig. 3 bis 6 ist in das Verbrauchskennfeld eines Dieselmotors mit Direkteinspritzung eine strichlierte Linie, die die Punkte mit dem minimalen Verbrauch für die jeweilige Leistung verbindet, eingezeichnet. Die rechte Skala zeigt die Geschwindigkeit, die bei stationärer Fahrt auf horizontaler Fahrbahn und bei Windstille die links angegebene Leistung erfordert.

Fig. 3 zeigt für eine gewünschte Fahrzeugbeschleunigung von 80 auf 120 km/h, beispielsweise bei einer Autobahnauffahrt, den Anstieg der Motorleistung nach einer Fahrpedalbetätigung. Der Fahrer wird bei ökonomischer Fahrweise das Fahrpedal vorzugsweise einfach bis zur Hemmschwelle durchtreten. Die Motorleistung steigt dabei sofort mit der Pedalbetätigung von Punkt A nach Punkt 4 und erreicht in ca. 2 Sekunden bereits mit dem Punkt 5 den absoluten Verbrauchsbestpunkt im Motorkennfeld mit ca. 27 kW. Mit diesem optimalen Motorwirkungsgrad erfolgt dann der ganze Beschleunigungsvorgang. Durch Vorausantippen des Fahrpedals kann der Beschleunigungseinsatz wie in Fig. 4 gezeigt forciert werden. Ist die gewünschte Geschwindigkeit erreicht und nimmt der Fahrer das Fahrpedal zurück, so wird vom Rechner vorerst sofort das Motordrehmoment entsprechend reduziert, bis die entsprechende Drehzahländerung erreicht ist und der Motor wieder mit hohem Drehmoment verbrauchsoptimal arbeitet.

Der Fahrer kann mit dem Fahrpedal jederzeit auch größere oder kleinere Motorleistungen für den Beschleunigungsvorgang wählen. Der Motor wird auch dabei immer vom Rechner — mit Ausnahme der ersten Sekunden — während des ganzen Beschleunigungsvorganges auf das, für die gewünschte Leistung, ver-

brauchsoptimale Drehmoment gesteuert. Ab einer gewissen Mindestgeschwindigkeit gilt das für alle Fahrzustände.

Fig. 4 zeigt, wie im niederen Geschwindigkeitsbereich mit dem Antippen des Fahrpedals durch Änderung der Getriebeübersetzung die Motordrehzahl vom Ausgangspunkt A, bei 40 km/h vorzeitig bis Punkt 6 angehoben wird. Der Rechner senkt gleichzeitig das Motordrehmoment vorläufig soweit ab, daß die Motorleistung vorerst unverändert bleibt. Dem Fahrer steht dann, in dem für den Überholvorgang geeigneten Zeitpunkt, sofort eine hohe Motorleistung, beispielsweise der Verbrauchsbestpunkt 7 im Kennfeld, für den Beschleunigungsvorgang zur Verfügung.

Bei den bisher beschriebenen, optimal verbrauchssparenden Beschleunigungsvorgängen arbeitet der Motor während einer Fahrzeugbeschleunigung weitgehend bei konstanter Drehzahl. Die Beschleunigungsvorgänge haben daher nicht das bisher gewohnte akustische Begleitbild, bei dem die Motordrehzahl mit der Fahrgeschwindigkeit hörbar ansteigt. Jene Fahrer, die auf die, von Handschaltgetrieben gewohnte Begleitmusik des Motors nicht verzichten wollen und eine flotte Fahrweise bevorzugen, können sich diesen Wunsch bei einer Ausführungsvariante wie in Fig. 5 veranschaulicht erfüllen.

Wenn gemäß Fig. 5 die Hemmschwelle am Fahrpedalweg vor oder während einer Fahrzeugbeschleunigung geringfügig überschritten wird, kann der Rechner die Getriebeübersetzung ab dem Erreichen der mit dem Fahrpedal vorgewählten Motordrehzahl (z. B. Punkt 9) auch wahlweise konstant halten. Damit ist während der folgenden Beschleunigung die Motordrehzahl an die Zunahme der Fahrgeschwindigkeit gekoppelt. Die Motorleistung steigt dabei mit der Motordrehzahl und die Beschleunigung wird forciert. Die Motordrehzahl ist dabei immer mindestens gleich oder größer als die jeweils mit dem Fahrpedal vorgegebene Motordrehzahl. Nach einer Fahrpedalrücknahme gilt wieder die ursprüngliche Steuerung der Getriebeübersetzung bzw. Motordrehzahl entsprechend der Fahrpedalstellung. Bei Rücknahme des Fahrpedals wird das Motordrehmoment vorläufig so reduziert, daß die Leistung bereits während der Drehzahlreduktion auf jene Leistung, die der neuen Fahrpedalstellung entspricht, abgesenkt ist.

Bei positiven Fahrpedalbewegungen wird schnell, oft noch vor und während der Übersetzungsänderung, durch die Steigerung des Motordrehmomentes auf das maximal mögliche, die der neuen Fahrpedalstellung entsprechende Motorleistung erreicht. Der in Fig. 6 gezeigte Leistungsverlauf von A nach Punkt 10 zeigt dies deutlich. Ähnliches gilt auch für die Leistungsabsenkung bei einer Fahrpedalrücknahme, vgl. den Leistungsverlauf von A nach 11. Der bisher bei CVT-Getriebe bestandene "Hosenträgereffekt" ist dadurch und durch die Möglichkeit der vorzeitigen Drehzahlanhebung mittels "Antippen" des Fahrpedals weitgehend eliminiert, "das Fahrzeug hängt vielmehr sehr gut am Gas".

Dieses Verfahren zur Steuerung des Antriebsstranges sorgt für einen kontinuierlichen verbrauchsoptimalen Motorwirkungsgrad, da auch mit einer verbrauchsorientierten Steuerungskennlinie eine gute Leistungsentfaltung möglich ist. Nur unmittelbar vor voraussehbaren notwendigen großen Leistungssteigerungen wird der Fahrer durch Antippen des Fahrpedals die Motordrehzahl in nicht verbrauchsoptimale Bereiche anheben.

Ebenso sichert der Rechner nur bei häufigen Fahrpedalbewegungen, vorzugsweise bei kurvenreichen Berg-

strecken, die spontane Leistungsentfaltung, indem er entsprechend dem Stand der Technik bei Fahrpedalrücknahmen die Drehzahl etwas weniger absenkt. Die Zuordnung der Motorleistung zu den Fahrpedalstellungen bleibt dabei aber immer konstant.

Die Hemmschwelle am Fahrpedalweg veranlaßt bzw. erzieht die Fahrer erstmals zu einer optimal sparsamen und vorzugsweise im Stadtverkehr — durch die geringere Geräuschentwicklung — auch besonders umweltfreundlichen Fahrweise. In Summe wird bei CVT-Getrieben mit diesem Steuerungsalgorithmus eine ähnliche Größenordnung der Verbrauchsreduktion realisierbar wie beim Übergang vom TD zum TDI.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß für die Realisierung der einzelnen Einheiten, wie Sollwertgeber, Hemmschwellen-Erzeuger, wie auch für die Durchführung der einzelnen Rechner-Analysen auf an sich bekannte Techniken zurückgegriffen werden kann, wie sie insbesondere in WO 89/03329 bzw. in der EP 0 663 155 A erläutert werden; so daß sich eine detailliertere Beschreibung hiervon erübrigen kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges mit einem Verbrennungsmotor, mit einem stufenlosen Getriebe und mit einem Fahrpedal, dem ein Sollwertgeber zugeordnet ist, bei welchem Verfahren Fahrpedalbewegungsabläufe mit dem Sollwertgeber überwacht und in einem Rechner, dem ein Speicher zugeordnet ist, analysiert werden, wobei auch eine fahrer- und situationsbezogene Adaption des Fahrprogramms erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor mit Hilfe des Rechners nach jeder positiven Fahrpedalbewegung auf die der Fahrpedalstellung entsprechende über den Fahrpedalweg progressiv ansteigende Motorleistung gebracht wird, indem der Motor, wenn kein Antriebsschlupfregelungs-Eingriff vorliegt, sofort auf jenes Drehmoment gesteuert wird, mit dem bereits bei der augenblicklichen Motordrehzahl die durch den Fahrpedalweg bestimmte Motorleistung so weit wie möglich erreicht wird, und die Getriebeübersetzung vom Rechner dann entsprechend der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit so verbessert wird, daß die durch die Fahrpedalstellung definierte Motorleistung mit der im Fahrprogramm für diese Leistung gespeicherten optimalen Motordrehzahl erreicht wird, wobei durch die fahrer- und situationsbezogene Adaption des Fahrprogramms die Motordrehzahl nur in besonderen Situationen, z. B. nach einer Fahrpedalrücknahme bei einer kurvenreichen Bergfahrt, wesentlich über die verbrauchsoptimale Motordrehzahl angehoben wird, wobei auch dann die Motorleistung weiterhin durch die Fahrpedalstellung fixiert bleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bereits bei einer kleinen positiven Fahrpedalbewegung mit Hilfe des Rechners das Motordrehmoment sofort, bereits vor und während der durch die Fahrpedalbewegung ausgelösten Übersetzungsänderung, kurzzeitig wenn erforderlich bis auf das maximal mögliche Motordrehmoment angehoben wird, damit das Leistungsniveau bereits während der Übersetzungsänderung so weit wie möglich der neuen Pedalstellung mit der später dann höheren Drehzahl und dem dann wie-

der verbrauchsoptimalen Drehmoment entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Zurücknehmen des Fahrpedals durch den Rechner das Motordrehmoment sofort, bereits während der durch diese Fahrpedalbewegung ausgelösten Übersetzungsänderung, kurzfristig soweit abgesenkt wird, daß die, der gewählten neuen Fahrpedalstellung entsprechende, kleinere Motorleistung schon während der Übersetzungsänderung erreicht ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vom Rechner ein kurzer Druck auf das Fahrpedal als eine vom Fahrer gewünschte vorsorgliche, dem Maximalwert der Fahrpedalbewegung entsprechende Motordrehzahlanhebung erkannt und die Übersetzung des Getriebes entsprechend gesteuert wird, das Motordrehmoment jedoch gleichzeitig soweit absenkt wird, daß die Motorleistung vorläufig unverändert bleibt, um beim späteren Gasgeben den Zeitverlust für das Auftouren des Motors zu vermeiden und einen sofortigen vollen Beschleunigungseinsatz zu sichern.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Fahrer durch Signale, vorzugsweise taktile Signale am Fahrpedal, ein ungünstiger Motorwirkungsgrad durch zu hohe Motordrehzahl angezeigt wird, wobei diese Signale, sobald die längste Getriebeübersetzung erreicht ist, oder wenn ein besonderer Fahrzustand, beispielsweise eine Bergfahrt mit sich laufend ändernden Leistungsbedarf, ermittelt wird, unterdrückt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jene Motordrehzahl, die das Verbrauchsoptimum ermöglicht, durch eine Hemmschwelle am Fahrpedalweg angezeigt wird, wobei durch die Wahl dieser Pedalstellung insbesondere für alle Beschleunigungsvorgänge der Motor im Bestbereich läuft.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß einem steigenden Bremspedal- bzw. Bremsflüssigkeitsdruck ansteigende Motordrehzahlen zugeordnet werden und diese vom Rechner, soweit nicht fallweise vom Antiblockiersystem (ABS) verhindert, durch entsprechende Wahl der Übersetzung angesteuert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei vom Fahrer vorsorglich vorgenommenen, kurzen Drucksteigerungen am Bremspedal, wenn ein gegebenenfalls vorhandenes ABS nicht einschreitet, vom Rechner eine Übersetzungsänderung zur Anhebung der Motordrehzahl ausgelöst wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn eine Mindestgeschwindigkeit, beispielsweise 35 km/h, überschritten ist, bei Nullgasstellung des Fahrpedals eine Schubabschaltung immer wirksam bleibt und der Rechner zur Minimierung von Schleppverlusten, durch die entsprechende Getriebeübersetzung, die Motordrehzahl so weit wie möglich absenkt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorsehen eines Tempomat-Systems durch dieses bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten, beispielsweise unter 75 km/h, der Antrieb verbrauchsoptimal intermittierend so

zu- und abgeschaltet wird, daß die Geschwindigkeit  
nur um einen vorgegebenen Wert, beispielsweise  
2—5 km/h, über- oder unterschritten wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

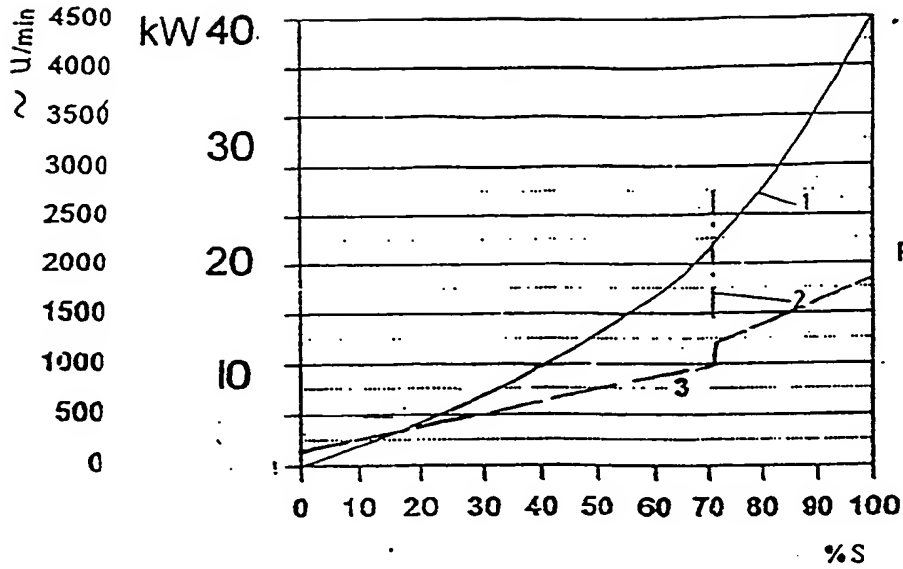


Fig. 2

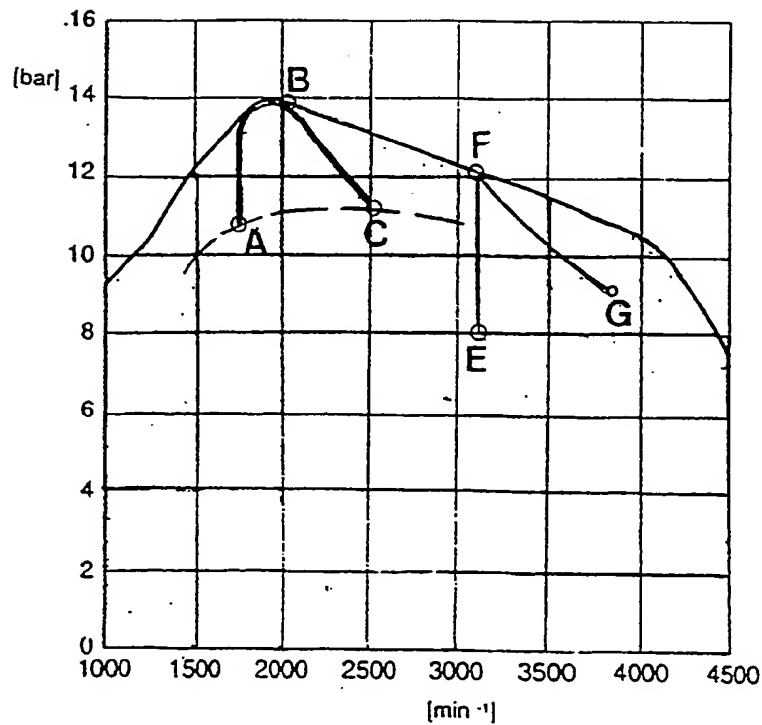




Fig. 3

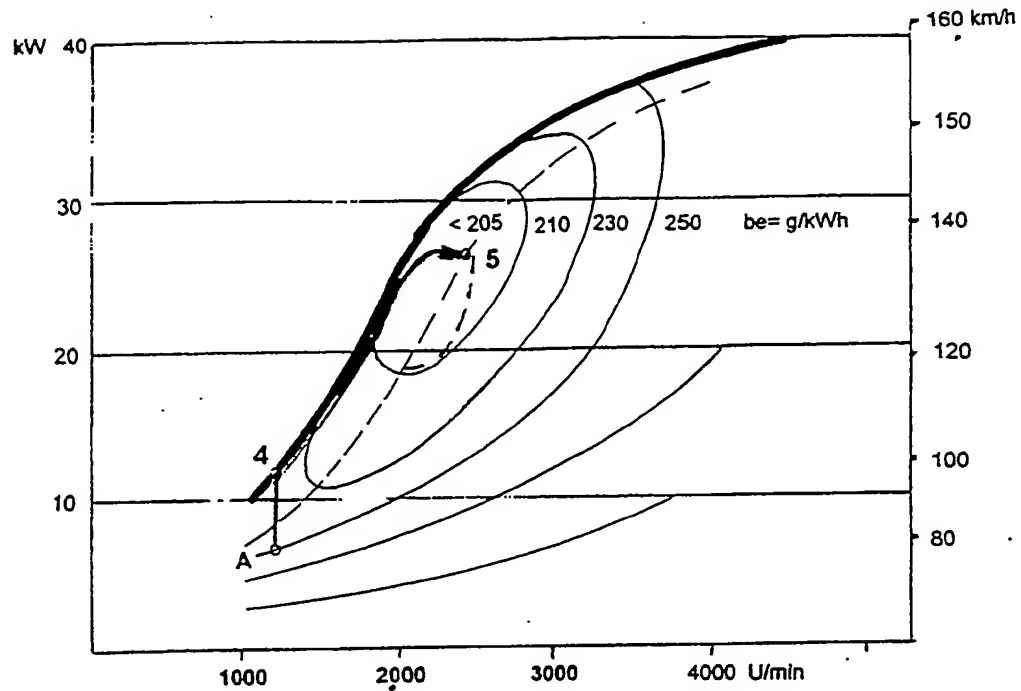


Fig. 4

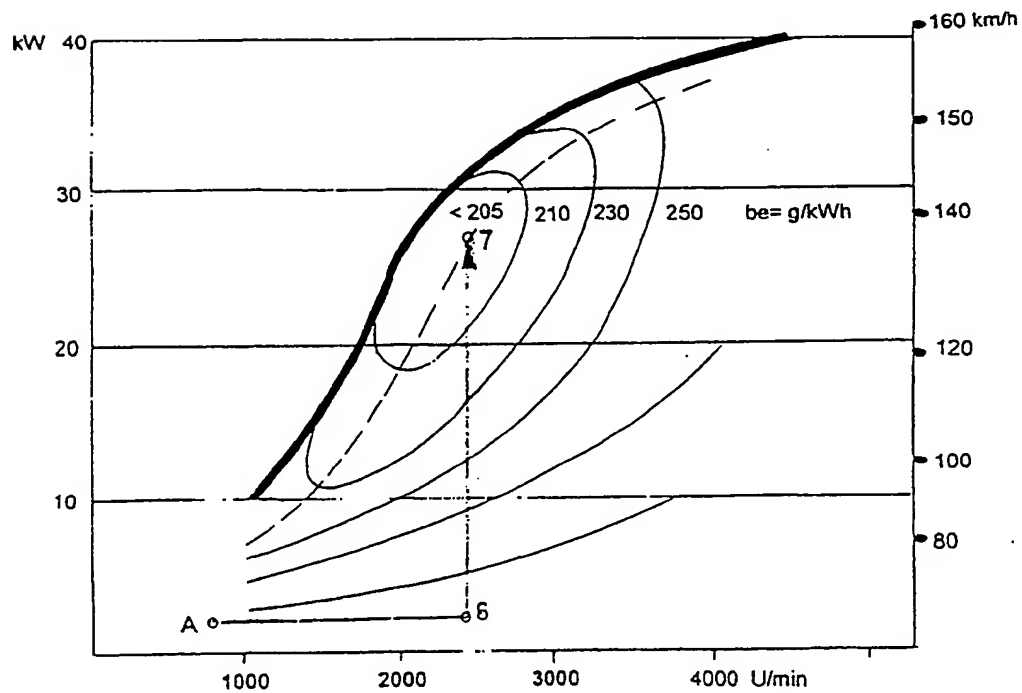


Fig. 5

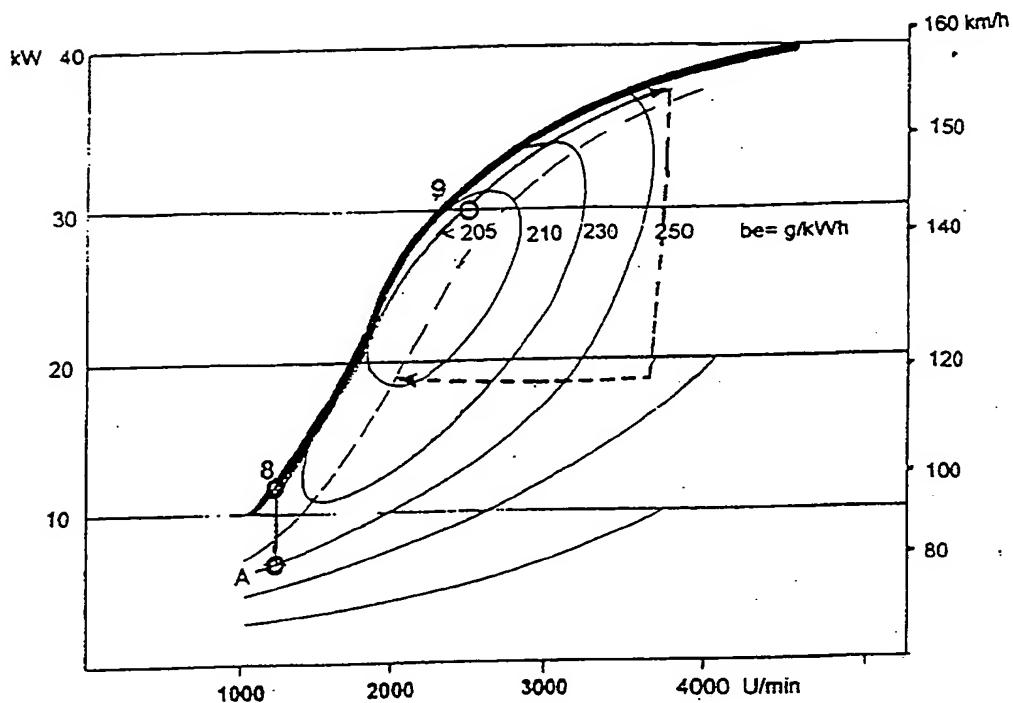


Fig. 6

